

- 1.Власова Г.І. Водні ресурси в Україні. Використання, моніторинг, охорона // Вода і водоочисні технології. – 2001. – №1. – С. 6-9
- 2.Яковлев С.В., Карелин Я.А, Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1979. – С. 318
- 3.Гаркавий С.І. Очистка стічних вод у малогабаритних каналізаційних установках конструкції НДКТИ МГ // Довкілля та здоров'я. – 2002. – №3 (22). – С. 20-23
- 4.Запольский А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000. – С. 550
- 5.Челядин Л.І., Челядин В.Л. Фізико-хімічні аспекти утворення та використання вуглецево-мінеральних матеріалів // Хімічна промисловість України. – 2001. – №4. – С.8-11
- 6.Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия, 1975. – С.147

*Отримано 11.02.2003*

УДК 621.335

С.М.ЕСАУЛОВ, канд. техн. наук, Р.М.ОСАДЧИЙ, А.А.ТАРАН

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОТРАБОТАННОЙ ВОДЕ МОЕЧНО-УБОРОЧНОГО КОМПЛЕКСА ДЕПО**

Предлагается вариант определения исходных концентраций загрязняющих веществ в отработанной воде по их конечной величине на основе учета динамических свойств оборудования реального объекта, позволяющий создавать эффективные системы сигнализации о превышении допустимых концентраций, автоматизации моечно-уборочных комплексов транспортных предприятий и водоотведения.

Выпуски воды с моечно-уборочных комплексов (МУК) транспортных предприятий являются источниками загрязнения городских водных объектов [1].

Ингредиенты в загрязненной воде МУК в большинстве случаев контролируют на выходе объекта или предприятия. Такой принцип не позволяет определять реальную концентрацию загрязняющих веществ, поступающих в оборотную воду МУК, не способствует устранению опасных выбросов и эффективному управлению выпусками, используя при необходимости воду, находящуюся в накопительных емкостях системы оборотного водоснабжения.

Поиск методов дистанционной оценки загрязнений в отработанных стоках заслуживает особого внимания, так как может обеспечить создание эффективных систем автоматизации МУК и водоотведения.

Одним из путей решения задачи установления исходной концентрации загрязняющего вещества в воде является определение этой величины по ее конечному значению на выходе объекта. Такой путь возможен, если учесть динамические свойства оборудования МУК

депо. Все реальные МУК представляют собой комплекс емкостных объектов, характеризующихся явлением запаздывания, и могут аппроксимироваться типовыми динамическими звеньями [2]. Запаздывание в инерционном МУК сложно измерить, поэтому его целесообразно заменить эквивалентным временем запаздывания  $\tau_e$ . Все реальные технологические объекты МУК до места контроля загрязняющего вещества в отработанной воде следует заменить эквивалентным водотокком.

Применив эти допущения, величину  $\tau_e$  можно определить по взаимно корреляционной функции, связывающей входные и выходные координаты согласно зависимости [3]:

$$R_{xy}(\tau) = (1/T) \int_0^T x(t)y(t-\tau)dt, \quad (1)$$

где  $X(t)$ ,  $Y(t)$  – контролируемая величина на входе и выходе объекта;  $T$  – время наблюдения.

Зависимость (1) можно представить в виде

$$R_{xy}(\tau) = \int_0^\infty R_{xx}(\tau-q)K(q)dq;$$

$$R_{xx}(\tau) = (1/T) \int_0^T x(t)x(t-\tau)dt, \quad (2)$$

где  $R_{xx}(\tau)$  – автокорреляционная функция ингредиента на входе объекта;  $K(q)$  – импульсная переходная функция.

Если на входе водотока с экспоненциальной корреляционной функцией произошло изменение качества воды  $X(t)$

$$R_{xx}(\tau) = K_1 \exp(-|\tau|/T_1), \quad (3)$$

где  $K_1, T_1$  – параметры динамического звена,

то, очевидно, можно определить  $\tau_e$  – временной интервал, через который ситуация, зафиксированная на входе водотока с передаточной функцией

$$J(p) = K_2 / (T_2 p + 1), \quad (4)$$

проявит себя на выходе.

Из выражения (2) получим, соответственно, импульсную переходную и автокорреляционную функции:

$$K(q) = (K_2 / T_2) \exp(-|q| / T_2); \quad (5)$$

$$R_{xx}(\tau - q) = K_1 \exp(-|\tau - q| / T_1); \quad (6)$$

$$R_{xy}(\tau) = \int_0^{\infty} K_1 \exp(-|\tau - q| / T_1) K_2 (1 / T_2)^{-1} \exp(-|q| / T_2) dq. \quad (7)$$

Поскольку величина запаздывания всегда значительно больше нуля, то

$$R_{xy}(\tau) = [K_1 K_2 T_1 T_2 / (T_1 - T_2)] [(1 / T_2) \exp(-\tau / T_1) - (2 / T_1 + T_2) \exp(-\tau / T_2)]. \quad (8)$$

При  $T_1 = T_2$  имеем

$$R_{xy}(\tau) = (K_1 K_2 / 2 T_1) (T_1 + 2\tau) \exp(-\tau / T_1). \quad (9)$$

Пользуясь условием

$$dR_{xy}(\tau) / d\tau = 0, \quad (10)$$

можно определить максимальное значение величины  $R_{xy}(\tau)$  для случаев, отражаемых формулами (8), (9):

$$\tau_{1e} = \text{Ln}[(T_1 + T_2) / 2 T_1] T_1 T_2 / (T_2 - T_1); \quad (11)$$

$$\tau_{2e} = T_1 / 2. \quad (12)$$

Если воспользоваться решением передаточной функции эквивалентного объекта, то из выражения

$$\Delta C_x = C(\tau_e) / K_b [1 - \exp(-\tau_e / T_b)], \quad (13)$$

где  $C(\tau_e)$  – текущее значение концентрации контролируемого ингредиента;  $K_b$  – коэффициент передачи;  $T_b$  – постоянная времени водотока, можно определить значение исходной величины загрязняющего ингредиента  $\Delta C_x$ , поступающего в оборотную воду, сбрасываемую в дальнейшем в городскую канализационную сеть.

Такой метод определения  $\tau_e$  через моделирование контрольного участка водотока применим на МУК, поскольку динамические свойства этих объектов довольно постоянны и воспроизводятся любыми типовыми динамическими звеньями или их комбинацией [2, 5].

Вышеизложенный алгоритм может быть легко реализован с помощью микропроцессорного устройства (МПУ). При этом желаемый результат оценки качества отработанной воды можно получить по единичному измерению превалирующего загрязняющего ингредиента

(в депо, например, нефтепродуктов). Поскольку многие ингредиенты не всегда определяются автоматическими приборами, то исходными данными для расчетов могут служить результаты дискретных химических анализов, вводимые в МПУ с клавиатуры.

*Выводы*

1. Предложенный метод снижает затраты на привлечение специалистов для проведения рутинных дорогостоящих анализов на всех объектах МУК, и упрощает подход к определению общих количеств загрязняющих веществ, сбрасываемых транспортным предприятием в городскую канализационную сеть, учет которых ведется регулярно.

2. Если на МУК использовать автоматическое устройство для косвенного определения параметра  $\Delta C_x$ , то возможно создание эффективной системы сигнализации опасных ситуаций на объекте или системы, обеспечивающей снижение концентрации загрязняющего вещества в отработанной воде до допустимых норм за счет разбавления стоков.

1. Стольберг Ф.В. и др. Экология города: Учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

2. Смирнов Д.Н. Автоматическое регулирование процессов очистки сточных и природных вод. – М.: Стройиздат, 1974. – 256 с.

3. Солодовников В.В., Усков А.С. Статистический анализ объектов регулирования. – М.: Машгиз, 1960. – 360 с.

4. Фукунака К. Введение в статистическую теорию распознавания образов. – М.: Наука, 1979. – 358 с.

5. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978. – 735 с.

*Получено 11.02.2003*

УДК 628.543.653 : 681

**С.В. НЕСТЕРЕНКО, С.П. СТАСЕНКО**

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

**КОМПЛЕКСОНАТНАЯ ОБРАБОТКА ОБОРОТНОЙ ВОДЫ  
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КОРРОЗИИ И  
НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ**

Рассматривается способ снижения процессов коррозии и накипеобразования в высокоминерализованных оборотных водах (на примере коксохимзаводов), заключающийся в обработке подпиточной воды неорганическими полифосфатами (гексаметафосфат натрия) и фосфорорганическими комплексами.

Повышенная коррозионная и накипная активность оборотных вод способствует образованию на теплообменных поверхностях слоя отложений, ухудшающих теплообмен, и, следовательно, ведет к допол-